

BEST AVAILABLE COPY

CLIPPEDIMAGE= JP406034838A

PAT-NO: JP406034838A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06034838 A

TITLE: OPTICAL COUPLING STRUCTURE BETWEEN OPTICAL
WAVEGUIDES

PUBN-DATE: February 10, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKAHARA, HIDEYUKI

KOIKE, SHINJI

TOMIMURO, HISASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04191840

APPL-DATE: July 20, 1992

INT-CL (IPC): G02B006/26;G02B006/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To shorten the operation for alignment and to reduce the cost of packaging by coupling a first optical waveguide and a second optical waveguide to each other by a third optical waveguide consisting of a flexible film.

CONSTITUTION: A core 1 and a core 4 as well as a clad layer 2 and a clad layer 5 respectively consist of optical waveguide materials, such as polyimide org. materials, having the refractive indices equal to each other. The cores 1, 4 are made into a rectangular structure by reactive etching, etc., after these materials are respectively applied by spin coating on first and second

substrates 3, 6 and are cured. A core 7 consists of the optical waveguide material, such as polyimide org. material, having the refractive index equal to the refractive indices of the cores 1, 4 and a clad layer 8 of the optical waveguide material having the refractive index equal to the refractive indices of the clad layers 2, 5 and both have flexibility. The core 1 and the core 7 are aligned in the longitudinal direction (X-, Z-axis directions) and are then brought into contact with each other and are fixed by an adhesive. The refractive index of the adhesive is equaled to the refractive indices of the clad layers 2, 8. The core 7 and the core 4 are similarly brought into contact with each other, by which the first and second optical waveguides are coupled.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-34838

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51)IntCl ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/26		7132-2K		
6/12	A	9018-2K		

審査請求 未請求 請求項の数6(全 7 頁)

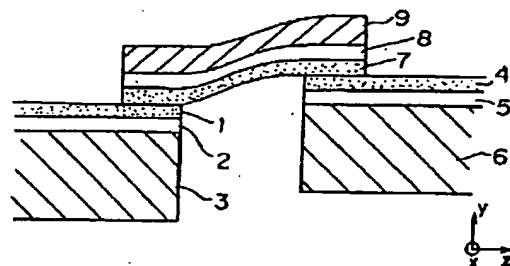
(21)出願番号	特願平4-191840	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22)出願日	平成4年(1992)7月20日	(72)発明者	高原 秀行 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	小池 真司 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(72)発明者	富室 久 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
		(74)代理人	弁理士 光石 俊郎

(54)【発明の名称】 光導波路間の光結合構造

(57)【要約】

【目的】 3軸以上の高精度な位置合せを不要とし、かつ端面同志を直接結合させる際の反射もとり光の影響を除去することができる光導波路間の光結合構造を提供する。

【構成】 コア7及びクラッド層8を有する第3の光導波路を可撓性を有するフィルムで形成し、この第3の光導波路のコア7の両端部と第1および第2の光導波路のコア1、4とをそれぞれ接触させて第1および第2の光導波路間を結合したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の基板上に形成された第1の光導波路と第2の基板上に形成された第2の光導波路との間を、可撓性を有し、しかもフィルム構造である第3の光導波路を介して光学的に結合する光結合構造であって、第3の光導波路の両端部の幅が第1および第2の光導波路の幅と等しく、かつ第3の光導波路の両端部が第1および第2の光導波路の両端部と各々接触することを特徴とする光導波路間の光結合構造。

【請求項2】 第3の光導波路両端部の表面に第3の光導波路と等しい幅で等しい材料の突起を有し、この突起が第1および第2の光導波路両端の表面の一部と各々接触することを特徴とする請求項1に記載する光導波路間の光結合構造。

【請求項3】 第1の基板上に形成された第1の光導波路と第2の基板上に形成された第2の光導波路との間を、可撓性を有し、しかもフィルム構造である第3の光導波路を介して光学的に結合させる光結合構造であって、

第3の光導波路の両端部は第1および第2の光導波路の両端部と各々接触し、しかも第3の光導波路の両端部の光導波路の幅が第1および第2の光導波路の幅と等しく、かつ第3の光導波路両端が厚み方向にテーパを有することを特徴とする光導波路間の光結合構造。

【請求項4】 第3の光導波路の両端部の表面に第3の光導波路材料と等しい材料で第3の光導波路と等しい幅の突起を有し、この突起が第1および第2の光導波路の表面の一部と各々接触するようにしたことを特徴とする請求項3に記載する光導波路間の光結合構造。

【請求項5】 第1の基板上に形成された第1の光導波路と第2の基板上に形成された第2の光導波路との間を、可撓性を有し、しかもフィルム構造である第3の光導波路を介して光学的に結合する光結合構造であって、第3の光導波路の両端部は第1および第2の光導波路の両端部と各々接触し、しかも第1、第2の光導波路と第3の光導波路との重ね合わせ部近傍における第3の光導波路面上に、第3の光導波路と同一の材料で第1および第2の光導波路の端面とそれぞれ相対向する第3の光導波路と同一幅の突起を設け、しかも突起はその第1および第2の光導波路と相対向する側と反対側に厚み方向にテーパを有することを特徴とする光導波路間の光結合構造。

【請求項6】 第3の光導波路の両端部で、しかも第1および第2の光導波路との重ね合わせ部に相当する部分に、第3の光導波路材料と等しい材料の突起を有し、この突起は第3の光導波路と等しい幅の突起であることを特徴とする請求項5に記載する光導波路間の光結合構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光導波路間の光結合構造に関し、光通信装置等において別々の基板上に形成された光導波路間を光学的に結合する場合に用いて有用なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来技術において別々の基板上に形成された光導波路間を結合させる光結合構造は、図7に示すように、光導波路の端面を直接結合させる方法が一般的である。図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板を示す。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述の如き従来技術に係る光導波路間の光結合構造において、第1の光導波路のコア1と第2の光導波路のコア4とを結合効率良く直接結合させるためには、各々の光導波路の端面を3次元的に位置合わせするだけでなく、各々の光導波路のなす角度を制御して光軸方向を一致させることが必要であり、その位置合わせが困難である。このように、従来の光結合構造では、別々の基板上に形成された光導波路同士の光結合に3次元的な位置合わせと角度調整という3軸以上の高精度な位置合わせが必要であり、光結合が困難であるという欠点がある。また第1の光導波路からの光信号が第2の光導波路端面で反射して反射もどりの光の影響を受け易くなるという問題がある。

【0004】 本発明は、上記従来技術に鑑み、上述の如き3軸以上の高精度な位置合せを不要とし、かつ端面同士を直接結合させる際の反射もどりの光の影響を除去することができ、光導波路間の光結合構造を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明の構成は、第1の基板上に形成された第1の光導波路と第2の基板上に形成された第2の光導波路との間を、可撓性を有し、しかもフィルム構造である第3の基板上に形成された第3の光導波路を介して光学的に結合する光結合構造であって、第3の光導波路の両端部の幅が第1および第2の光導波路の幅と等しく、かつ第3の光導波路の両端部が第1および第2の光導波路の両端部と各々接触することを特徴とする。

【0006】

【作用】 上記構成の本発明によれば、可撓性を有するフィルム状の第3の光導波路を第1および第2の光導波路の長手方向の面の一部に接触させて第1および第2の光導波路間を結合させることにより、フィルムの柔軟性が利用でき、第1と第2の光導波路の高さ方向の位置合わせおよび第1と第2の光導波路が形成されている平面のな

3

す角の位置合わせが不要となり、従来の端面同士の直接結合に比べて大幅に位置合わせ作業を短縮できる。また光導波路同士の光結合に端面同士の直接結合させないことにより、反射もどりの光の影響を防ぐことができる。

【0007】

【実施例】以下本発明の実施例を図面にに基づき詳細に説明する。

【0008】図1はストリップ型光導波路を対象とした本発明の第1の実施例を示す断面図である。同図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板、7は第3の光導波路のコア、8は第3の光導波路のクラッド層、9は第3の光導波路のコア7およびクラッド層8が形成されている第3の基板である。

【0009】コア1とコア4、およびクラッド層2とクラッド層5は各々屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、アルミナやSi等から成る第1および第2の基板3、6上に各々スピンコート・キュアした後、コア1、4については反応性エッチング等により矩形構造とする。コア1、4およびクラッド層2、5の厚さは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度である。

【0010】コア7はコア1、4と、またクラッド層8はクラッド層2、5と屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、厚みは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅はおおよそ数ミクロン〜50ミクロン程度、クラッド幅は数mm〜cm角のフィルムである。このコア7は必要に応じて数ミクロン以下の薄い光導波路クラッド層で覆われていても良い。かくして、本実施例に係る第3の光導波路は第1および第2の光導波路と同幅で、可撓性を有するものとなっている。

【0011】本実施例に係る第3の光導波路の形成は、例えば図示していないシリコンウエハ上に光導波路コア層およびクラッド層をスピンコート・キュアし、光導波路コア形成用のマスクをリフトオフ法等により形成した後、コア7を上述と同様の方法にて形成し、光導波路クラッドとシリコン基板の界面を剥離することにより得られる。クラッド層8は、さらにアクリル等の第3の基板9を接着するが、この基板9は必要に応じて省略することも可能である。

【0012】本実施例においては、まずコア1とコア7の長手方向(x、z軸方向)を図示していない位置合わせ装置により位置合わせした後、コア7をコア1の長手方向の面の一部に完全に接触させる。接触後は必要に応じて紫外線硬化型の接着剤で固定する。この場合、接着剤の屈折率はクラッド層2、8と等しくする。同様の方法にてコア7とコア4を接触させることにより、第1お

4

よび第2の光導波路を結合させることができる。

【0013】図2は本発明の第2の実施例を示す断面図である。同図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板、7は第3の光導波路のコア、8は第3の光導波路のクラッド層、9は第3の光導波路コア7およびクラッド層8が形成されている第3の基板、10a、10bは第3の光導波路コア上に形成された突起を示す。コア1とコア4、およびクラッド層2とクラッド層5は各々屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、アルミナやSi等から成る基板3、6上に各々スピンコート・キュアした後、コア1、4については反応性エッチング等にて矩形構造とする。コア1、4およびクラッド層2、5の厚さは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度である。

【0014】コア7はコア1、4と、またクラッド層8はクラッド層2、5と屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、厚みは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度、クラッド幅は数mm〜cm角のフィルムである。

【0015】突起10a、10bは、コア7上に形成してあり、このコア7と同一の屈折率、幅、厚みから成り、その長手方向の寸法はコア1からコア7への、またコア7からコア4への光パワー移行が最大となる長さ(一完全結合長)に構成してある。なお、突起10a、10bは必要に応じて数ミクロン以下の薄い光導波路クラッドで覆われていても良い。

【0016】かくして、本実施例に係る第3の導波路は第1及び第2の導波路と同幅で、可撓性を有するとともに突起10a、10bを有するものとなっている。

【0017】本実施例に係る第3の光導波路の形成は、例えば図示していないシリコンウエハ上に光導波路コア層およびクラッド層をスピンコート・キュアし、光導波路コア形成用のマスクをリフトオフ法等により形成した後、突起部用光導波路層および突起部形成用マスクを同様の方法にて形成し、続いて反応性イオンエッチング等により突起10a、10bとコア7を同時に形成した後、光導波路クラッドとシリコン基板の界面を剥離することにより得られる。クラッド層8は、さらにアクリル等の第3の基板9を接着するが、この基板9は必要に応じて省略することも可能である。

【0018】本実施例においては、まずコア1とコア7の長手方向(x、z軸方向)を図示していない位置合わせ装置により位置合わせした後、突起10a、10bをコア1の長手方向の面の一部に完全に接触させる。接触後は必要に応じて紫外線硬化型の接着剤で固定する。こ

の場合、接着剤の屈折率はクラッド層2、8と等しくする。同様の方法にて突起10a、10bとコア4を接触させることにより、第1および第2の光導波路を結合させることができる。

【0019】上述の如き第1及び第2の実施例によれば、可撓性を有するフィルム状の第3の光導波路を第1および第2の光導波路の長手方向の面の一部に接触させて第1および第2の光導波路間を結合させることにより、フィルムの柔軟性が利用でき、第1と第2の光導波路の高さ方向の位置合わせおよび第1と第2の光導波路が形成されている平面のなす角の位置合わせが不要になり、従来の端面同士の直接結合に比べて大幅に位置合わせ作業を短縮できる。また光導波路同士の光結合に端面同士を直接結合させないことにより、反射もとり光の影響を防ぐことができる。

【0020】図3は、本発明の第3の実施例を示す断面図である。同図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板、17は第3の光導波路のコア、18は第3の光導波路のクラッド層、19は第3の光導波路のコア17およびクラッド層18が形成されている第3の基板である。

【0021】コア1とコア4、およびクラッド層2とクラッド層5は各々屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、アルミナやSi等から成る第1および第2の基板3、6上に各々スピンコート・キュアした後、コア1、4について反応性エッチング等により矩形構造とする。コア1、4およびクラッド層2、5の厚さは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度である。

【0022】コア17はコア1、4と、また第3のクラッド層18はクラッド層2、5と屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、厚みは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度、クラッド幅は数mm〜cm角のフィルムである。このコア17は必要に応じて数ミクロン以下の薄い光導波路クラッド層で覆われていても良い。かくして、本実施例に係る第3の導波路は第1及び第2の導波路と同幅で、可撓性を有するものとなっている。

【0023】本実施例に係る第3の光導波路フィルムの形成は、例えば図示していないシリコンウエハ上に光導波路コア層およびクラッド層をスピンコート・キュアし、光導波路コア形成用のマスクをリフトオフ法等により形成した後、コア17を上述と同様の方法にて形成し、さらに集束イオンビーム等にてビームの走査領域を光導波路の深さ方向に順次変化させながらテーパ形状を作製して、最後に光導波路クラッドとシリコン基板の界

面を剥離することにより得られる。クラッド層8はさらにアクリル等の基板9を接着するが、この基板9は必要に応じて省略することも可能である。

【0024】本実施例においては、まずコア1とコア17の長手方向(x、z軸方向)を図示していない位置合わせ装置により位置合わせした後、コア17を第1のコア1の長手方向の面の一部に完全に接触させる。接触後は必要に応じて紫外線硬化型の接着剤で固定する。この場合、接着剤の屈折率はクラッド層2、18と等しくする。同様の方法にてコア17とコア4を接触させることにより、第1および第2の光導波路を結合させることができる。

【0025】図4は本発明の第4の実施例を示す断面図である。同図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板、17は第3の光導波路のコア、18は第3の光導波路のクラッド層、9は第3の光導波路のコア17およびクラッド層18が形成されている第3の基板、10は第3の光導波路コア上に形成された突起を示す。

【0026】コア1とコア4、およびクラッド層2とクラッド層5は各々屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、アルミナやSi等から成る基板3、6上に各々スピンコート・キュアした後、コア1、4については反応性エッチング等により矩形構造とする。コア1、4およびクラッド層2、5の厚さは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度である。

【0027】コア17はコア1、4と、またクラッド層18はクラッド層2、5と屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、厚みは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度、クラッド幅は数mm〜cm角のフィルムである。

【0028】突起10a、10bは、コア17上に形成しており、このコア7と同一の屈折率、幅、厚みから成り、その長手方向の寸法はコア1からコア17への、またコア17からコア4への光パワー移行が最大となる長さ(一完全結合長)に構成してある。なお、突起10a、10bは必要に応じて数ミクロン以下の薄い光導波路クラッドで覆われていても良い。

【0029】かくして、本実施例に係る第3の光導波路は第1および第2の光導波路と同幅で、可撓性を有するとともに突起10a、10bを有するものとなっている。

【0030】本実施例に係る第3の光導波路の形成は、例えば図示していないシリコンウエハ上に光導波路コア

層およびクラッド層をスピコート・キュアし、光導波路コア形成用のマスクをリフトオフ法等により形成した後、突起部用光導波路層および突起部形成用マスクを同様の方法にて形成し、続いて反応性イオンエッチング等により突起10a、10bとコア17を同時に形成した後、光導波路クラッドとシリコン基板の界面を剥離することにより得られる。クラッド層18は、さらにアクリル等の基板9を接着するが、この基板9は必要に応じて省略することも可能である。

【0031】本実施例においては、まずコア1とコア17の長手方向(x、z軸方向)を図示していない位置合わせ装置により位置合わせした後、コア17上に形成された突起10aをコア1の長手方向の面の一部に完全に接触させる。接触後は必要に応じて紫外線硬化型の接着剤で固定する。この場合、接着剤の屈折率はクラッド層2、18と等しくする。同様の方法にてコア17上に形成された突起10bと第2の光導波路コア4を接触させることにより、第1および第2の光導波路を結合させることができる。

【0032】上述の如き第3及び第4の実施例によれば、前述の第1及び第2の実施例と同様の作用に加え、テーパ部での全反射による光も結合させることができるので、その分光結合効率が向上する。

【0033】図5は本発明の第5の実施例を示す断面図である。同図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板、7は第3の光導波路のコア、8は第3の光導波路のクラッド層、9は第3の光導波路のコア7およびクラッド層8が形成されている第3の基板、20a、20bは第3の光導波路コア上に形成されたテーパ状の突起を示す。

【0034】コア1とコア4、およびクラッド層2とクラッド層5は各々屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、アルミナやSi等から成る基板4、6上に各々スピコート・キュアした後、コア1、4については反応性エッチング等により矩形構造とする。コア1、4およびクラッド層2、5の厚さは各々数ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度である。

【0035】コア7はコア1、4と、またクラッド層8はクラッド層2、5と屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、厚みは各々数ミクロン〜50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン〜50ミクロン程度、クラッド幅は数mm〜cm角のフィルムである。このコア7は必要に応じて数ミクロン以下の薄い光導波路クラッドで覆われていても良い。

【0036】突起20a、20bは、コア7と同一の屈

折率、幅、厚みから成り、コア7上で、しかも第1および第2の光導波路と第3の光導波路との重ね合わせ部近傍に第1および第2の光導波路と相対向するよう各々形成されるとともに、第1および第2の光導波路と相対向していない反対側にテーパを有している。

【0037】かくして、本実施例に係る第3の光導波路は第1および第2の光導波路と同幅で、可撓性を有するとともに突起20a、20bを有するものとなっている。

【0038】本実施例に係る第3の光導波路の形成は、例えば図示していないシリコンウエハ上に光導波路コア層およびクラッド層をスピコート・キュアし、光導波路コア形成用のマスクをリフトオフ法等により形成した後、テーパ状突起部用光導波路層およびテーパ状突起部形成用マスクを同様の方法にて形成し、続いて反応性イオンエッチング等によりテーパ形状とする突起20a、20bとコア7を同時に形成した後、集束イオンビーム等にてビーム等の走査領域を突起20a、20bの深さ方向に順次変化させながら突起20a、20bにテーパを作製し、最後に光導波路クラッドとシリコン基板の界面を剥離することにより得られる。クラッド層はさらにアクリル等の基板9を接着するが、この基板9は必要に応じて省略することも可能である。

【0039】本実施例においては、まずコア1とコア7の長手方向(x、z軸方向)を図示していない位置合わせ装置により位置合わせした後、コア7をコア1の長手方向の面の一部に完全に接触させる。接触後は必要に応じて紫外線硬化型の接着剤で固定する。この場合、接着剤の屈折率はクラッド層2、8と等しくする。同様の方法にてコア7とコア4を接触させることにより、第1および第2の光導波路を結合させることができる。

【0040】図6は本発明の第6の実施例を示す断面図である。同図中、1は第1の光導波路のコア、2は第1の光導波路のクラッド層、3は第1の光導波路のコア1およびクラッド層2が形成されている基板、4は第2の光導波路のコア、5は第2の光導波路のクラッド層、6は第2の光導波路のコア4およびクラッド層5が形成されている基板、7は第3の光導波路コア、8は第3の光導波路のクラッド層、9は第3の光導波路のコア7およびクラッド層8が形成されている第3の基板、10a、10bは第3の光導波路のコア7上に形成された第1および第2の光導波路と重ね合わせ用の突起、20a、20bは第3の光導波路のコア7上に形成されたテーパ形状を有する突起を示す。

【0041】コア1とコア4、およびクラッド層2とクラッド層5は各々屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、アルミナやSi等から成る基板3、6上に各々スピコート・キュアした後、コア1、4については反応性エッチング等により矩形構造とする。コア1、4およびクラッド層2、5の厚さは各々

数ミクロン～50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン～50ミクロン程度である。

【0042】コア7はコア1、4と、またクラッド層8はクラッド層2、5と屈折率の等しいポリイミド系有機材料等の光導波路材料から成り、厚みは各々数ミクロン～50ミクロン程度、コア幅は数ミクロン～50ミクロン程度、クラッド幅は数mm～cm角のフィルムである。

【0043】突起10a、10b、20a、20bはコア7と同一の屈折率、幅で、突起10a、10bの厚みはコア7と等しく、突起20a、20bの厚みはコア7の2倍以上に形成してある。また、突起20a、20bは第1および第2の光導波路と相対向する位置に形成され、さらに第1および第2の光導波路と相対向していない反対側にテーパを有している。突起10a、10bの長手方向の寸法はコア1からコア7への、またコア7からコア4への光パワー移行が最大となる長さ（＝完全結合長）である。なお、第3の光導波路コア上に形成された突起10a、10bは必要に応じて数ミクロン以下の薄い光導波路クラッドで覆われても良い。

【0044】かくして、本実施例に係る第3の光導波路は第1および第2の導波路と同幅で、可撓性を有するとともに突起10a、10b、20a、20bを有するものとなっている。

【0045】本実施例に係る第3の光導波路フィルムの形成は、例えば図示していないシリコンウエハ上に光導波路コア層およびクラッド層をスピコート・キュアし、光導波路コア形成用のマスクをリフトオフ法等により形成した後、突起部用光導波路層および突起部形成用マスクを同様の方法にて形成し、続いて反応性イオンエッチング等により突起10a、10b、20a、20bとコア7を同時に形成し、突起20a、20bについては集束イオンビーム等にてビームの走査領域を突起20a、20bの深さ方向に順次変化させながらテーパを作製した後、光導波路クラッドとシリコン基板の界面を剥離することにより得られる。クラッド層8は、さらにアクリル等の基板9を接着するが、この基板9は必要に応じて省略することも可能である。

【0046】本実施例においては、まずコア1とコア7の長手方向（x、z軸方向）を図示していない位置合わせ装置により位置合わせした後、コア7上に形成された突起10a、10bをコア1の長手方向の面の一部に完全に接触させる。接触後は必要に応じて紫外線硬化型の接着剤で固定する。この場合、接着剤の屈折率はクラッド層2、8と等しくする。同様の方法にて第3の光導波

路コア上に形成された突起10a、10bと第2の光導波路コア4を接触させることにより、第1および第2の光導波路を結合させることができる。

【0047】上述の如き第3及び第4の実施例によれば、前述の第1及び第2の実施例と同様の作用に加え、第3の光導波路面上での第1の光導波路および第2の光導波路と相対する位置にテーパ形状の突起20a、20bを設けることにより、第1の光導波路あるいは第2の光導波路から第3の光導波路へ光パワーが移行しきれなかった導波路伝播光も光結合することができる。

【0048】なお、上述の如き第1～第6の実施例において、コア7は直線のみで形成されている必要はなく、曲がり、分岐等の回路が形成されていてもよい。また、第1の光導波路および第2の光導波路は同一基板上に形成されていてもよいことは言うまでもない。さらに、光導波路材料はアクリル系材料（例えばポリメタクリレート）でもよいことは言うまでもない。また、本発明の光結合構造はストリップ型光導波路の他にリッジ型埋め込み型導波路にも適用できることは言うまでもない。

【0049】

【発明の効果】以上実施例とともに具体的に説明したように、本発明によれば第1の光導波路と第2の光導波路を可撓性のフィルムから成る第3の光導波路にて結合する構成とすることにより、第2の光導波路の高さ方向の位置合わせおよび第1と第2の光導波路が形成されている平面のなす角の位置合わせが不要になり、従来の端面同士の直接結合に比べて大幅に位置合わせ作業を短縮でき、実装コストの低減に有効となる。また、端面同士の直接結合としないことにより、結合界面での反射もどりの光の光導波路伝播光に対する影響を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例を示す断面図である。

【図4】本発明の第4の実施例を示す断面図である。

【図5】本発明の第5の実施例を示す断面図である。

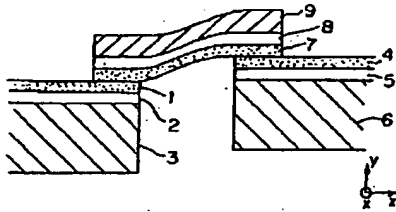
【図6】本発明の第6の実施例を示す断面図である。

【図7】従来技術を示す断面図である。

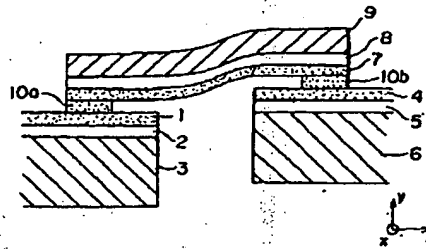
【符号の説明】

- 1、4、7 コア
- 2、5、8 クラッド層
- 3、6、9 基板

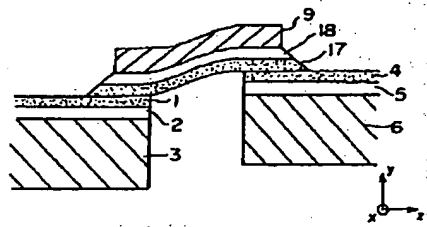
【図1】



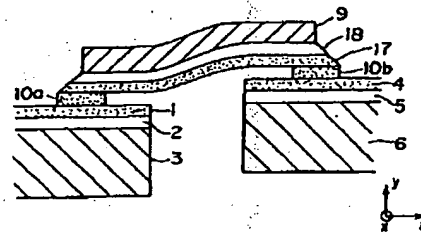
【図2】



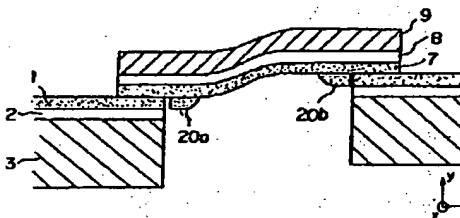
【図3】



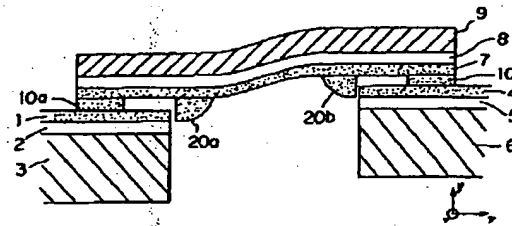
【図4】



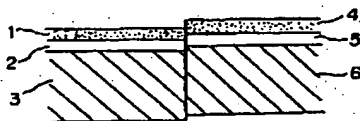
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.